Ausgabe 63 2/2013

Offizielles Verbandsorgan der WAKO Deutschland

4,–

Das Magazin der Kickbox- und Sportkarate-Welt

WOK

WORLD OF KICKBOXING

Artur „The Machine" Reis wird WAKO PRO Weltmeister

11 Nationen bei der German Open 2013 in Ebern

FORZA PRESIDENTE!

Daniel Gärtner

Zur langfristigen Entwicklung der Beweglichkeit im Kampfsport

Die optimale Dehnmethode für den leistungsorientierten Kampfsportler

In den vergangenen WOK-Ausgaben stellte der Sportwissenschaftler und Kampfsportler Daniel Gärtner seine Dissertation zum Thema „Einfluss verschiedener Langzeit-Dehnmethoden auf ausgewählte Leistungsparameter im Kampfsport" vor. Dabei wurden Abgrenzungen in den Begrifflichkeiten erläuterte und Hintergründe des Dehnungstrainings aufgezeigt. In dieser Ausgabe werden die Ergebnisse, welche Dehnmethode für einen leistungsorientierten Kampfsportler über lange Sicht wohl optimal sei, zum ersten Mal veröffentlicht. Im Rahmen dieser Studie wurde untersucht, wie sich Kraft-, Schnelligkeits- und Dehnungsparameter durch drei verschiedene Dehnmethoden (statisch, dynamisch, CRAC) über acht Wochen beeinflussen lassen.

Hintergründe

Seit den 2000er Jahren ist eine zunehmende Diskrepanz zwischen Gewohnheit und Anwendung aktueller sportwissenschaftlicher Ergebnisse hinsichtlich des Dehnungstrainings im Sport zu betrachten. Davon ist nicht nur der Breitensport, sondern im besonderen Maße auch der Leistungssport (SCHNEIDER, ET AL., 2011) betroffen. Gerade im leistungsorientieren Kampfsport nimmt die Bedeutung des Beweglichkeitstrainings zu Lasten des Schnelligkeits- und Krafttrainings immer mehr ab. Zu groß ist die Verwirrung über Nutzen und Anwendung verschiedener Dehnmethoden (GÄRTNER, 2012). Dabei hat sich die Sportwissenschaft in den letzten 20 Jahren intensiv mit dem Dehnungstraining auseinander gesetzt und in diesem Zusammenhang differenzierte Auswirkungsmöglichkeiten aufgezeigt. Die vermeintlichen Vorteile der PNF-Dehnmethoden (CR, AC, CRAC) gegenüber dem statischen Dehnen (SS) wurden häufig bestätigt (KLEE, 2003). Auch der Stellenwert des dynamischen Dehnens (DS) und dessen besondere Wirkung auf Schnellkraftsportaren wurde ebenfalls dargestellt. Meist handelt es sich jedoch um Untersuchungen zu Kurzzeitwirkungen, wohingegen Langzeitwirkungen über Wochen oder Monate eher selten zu finden sind. Hinzu kommt, dass es speziell im Kampfsport weltweit nur etwa drei Studien gibt, die die Wirkung des Dehnungstrainings auf Leistungsparameter untersuchen.

Methodik

Die in der Studie untersuchten Dehnmethoden waren zum einen das passiv-statische Dehnen (SS=static stretch) mit einer Haltedauer von jeweils 30 s./Muskelgruppe, zum anderen das passiv-dynamische Dehnen (DS-dynamic stretch) mit jeweils 10-15 pumpenden SFR-Dehnungen (slow-full-range nach ZACHAZEWSKI, 1990) und die kombinierte PNF-Methode CRAC, die laut vorausgegangenen Studien hinsichtlich der Beweglichkeitsverbesserung am effektivsten sei. Bei dieser Dehntechnik wird eine Dehnstellung eingenommen und gleichzeitig der zu dehnende Muskel für ca. 5-8 Sekunden kontrahiert, indem das zu dehnende Bein z.B. während der Dehnung fest gegen den Boden gedrückt wird (C=Contract). Durch diesen enormen Spannungsanstieg in den Muskeln und Sehen kommt es zum Auslösen der „autogenen Hemmung". Diese ist eine Reaktion des einsetzenden Sehnen-Sindelreflexes, der den Muskel bei starken Dehnungen vor Verletzung schützt. Als Resultat dessen, gibt der Sehnenapparat zusätzliche Bewegungsreserven frei. Nach dieser ersten Prozedur wird der behandelte Muskel für ca. 2-5 s. entspannt (R=Relax). Es folgt nun eine 5-8 s. Kontraktion des nicht zu dehnenden Muskels (AC=Agonist Contract). Es wird deshalb vom Agonist gesprochen, da die Belastung aus der Sicht der aktiven Beweglichkeit betrachtet wird (vgl. Klee, 2003). Durch diese Agonistenkontraktion, z.B. Anheben und Halten des gestreckten Beines, wird die „reziproke Hemmung ausgelöst". Dies hat zur Folge, dass der Muskelspindelreflex im Agonisten (nicht zu dehnender Muskel) blockiert wird, wodurch dieser einen gewissen Entspannungszustand erfährt und besonders gut auf nachfolgende Dehnreize reagiert. Nach den beiden Anspannungsbeanspruchungen folgt deshalb eine 5-10 s. intensive statische Dehnung. Insgesamt wurden jeweils vier verschiedene Übungen für die ischiocrurale Muskulatur und vier verschiedene für den M. Quadrizeps femoris und M. Iliopsoas zu je drei Sätzen (vgl. GLÜCK, 2004) durchgeführt. Den Probanden wurde dabei nahe gelegt, möglichst an der Schmerzgrenze zu dehnen, da dadurch die größten Effekte zu erwarten waren (vgl. MARSCHALL, 1999).

Als Untersuchungsgegenstand der statischen und dynamischen Beweglichkeit diente die einbeinige Hüftbeugefähigkeit. Für die Überprüfung der Trittleistungen wurde, aufgrund der zu untersuchenden Muskulatur, der frontale Highkick ausgewählt. Um die Leistungsparameter bestimmen zu können, wurde im Biomechaniklabor an der Fakultät für Sport- und Gesundheitswissenschaft der Technischen Universität München eine Testserie aufgebaut, die das spezielle Anforderungsprofil eines Kampfsportlers in einer Wettkampfsituation abdeckt. Der Durchlauf dieser Testserie orientiert sich an den Leistungsanforderungen eines Kampfsportlers, der sowohl verschiedenen Belastungen innerhalb einer Wettkampfrunde als auch mehreren Runden oder Kämpfen hintereinander ausgesetzt ist. Insgesamt nahmen 98 Versuchspersonen (Vpn) aus verschiedenen Kampfsportstilen teil. Mit jeder Vpn wurden jeweils ein Pre-Test und nach acht Wochen Dehnintervention ein Post-Test durchgeführt. Unmittelbar nach dem Pre-Test wurde jeder Vpn per bedingtem Losverfahren eine der zuvor beschriebenen Dehnmethoden zugewiesen.

Zur Ermittlung aller Leistungsparameter wurden fünf Einzeltests (passiv-statische und aktiv-dynamische Beweglichkeit, max. Trittenergie, Trittschnelligkeit und Schnelligkeitsausdauer) zu einer Test-Serie in Reihe geschalten. Davon ausgegliedert wurde zusätzlich die Maximalkraft (1-RM) in einer Kniegelenks-Extension gemessen.

PRE-TEST	Gesamtstichprobe	Frauen	Männer	Anthropometrie	
	N=98	N=48	N=50	Alter [Jahre]	24,9±7,4
Verteilung				Gewicht [kg]	69,6±11,3
Profi	N=23	N=10	N=13		
Fortgeschr.	N=57	N=28	N=29	Größe [cm]	173,18±9,2
Anfänger	N=18	N=10	N=8		

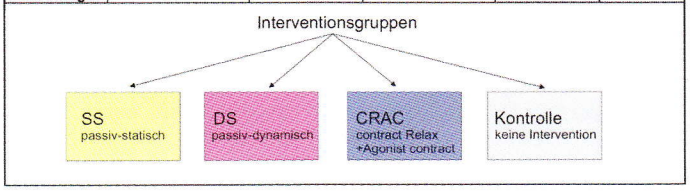


Abb. 1: Verteilung der Probanden und deren Aufteilung in Interventionsgruppen

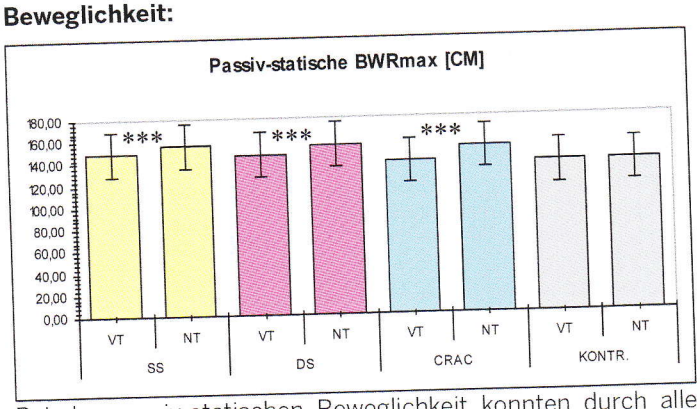
Vortest			Treatment (8 Wochen) 3 Dehnungseinheiten pro Woche zu je 4 Übungen für die ischiocrurale Mm. und M. quadrizeps/M. iliopsoas								Nachtest		
Testserie			SS = 3 Sätze zu je 30 Sek. haltender Dehnung (I: submax.-max.), DS = 3 Sätze zu je 10-15 Wdh. pumpender Dehnung (I: submax.-max.) CRAC = 3 Sätze zu je 8 Sek. CR + 8 Sek. AC +8 Sek. nachdehnen (I: submax.-max.) Gesamtdauer / Einheit ca. 20-30 Minuten								Testserie		
I. 1-RM [KG]	II. BWR_{max} [CM]	III. Trittparameter [J] [Anz./10sec] [Anz./30sec]	D1	D4	D7	D10	D13	D16	D19	D22	I. 1-RM [KG]	II. BWR_{max} [CM]	III. Trittparameter [J] [Anz./10sec] [Anz./30sec]
			D2	D5	D8	D11	D14	D17	D20	D23			
			D3	D6	D9	D12	D15	D18	D21	D24			

Abb. 2: Schematische Darstellung des Testablaufs inkl. Dehndauer und Durchführung

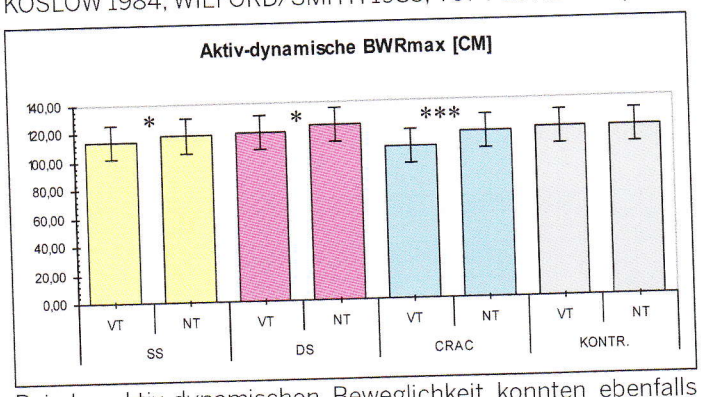
AUSWERTUNG UND ERGEBNISSE

Die Datenauswertung erfolgte mit dem Programm IBM SPSS Statistics (Version 20) für Windows. Zur deskriptiven Darstellung wurden Häufigkeitsverteilungen, sowie Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) mit dem T-Test berechnet. Um signifikante Werte zu bestimmen, wurden die Signifikanzstufen nach CLAUß/EBNER (1975) gewählt. $p < 0.05$ signifikant (*), $p < 0.01$ sehr signifikant (**), $p < 0.001$ hochsignifikant (***).

Beweglichkeit:



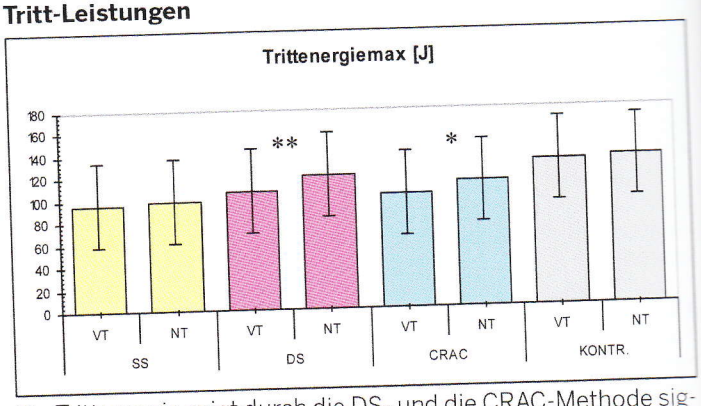
Bei der passiv-statischen Beweglichkeit konnten durch alle drei Dehnmethoden hochsignifikante Fortschritte erzielt werden. Aus den Untersuchungsergebnissen wird deutlich, dass es hinsichtlich der Entwicklung der allgemeinen Beweglichkeit keinen Unterschied zwischen den drei angewandten Dehnmethoden zu geben scheint. Die Ergebnisse aus einer Metastudie von KLEE (2003), in der die CRAC-Methode die effektivste ist und die SS-Methode die geringste Effektivität zeigt, konnten in dieser Untersuchung nicht bestätigt werden. Diese Widersprüche sind auch bei CONDON/HUTTON (1987) zu finden, die keiner Methode Vor- oder Nachteile nachweisen konnten. Mögliche Ursachen der positiven Ergebnisse liegen vermutlich an der Reizdichte, Intensität und Dauer der Dehnbehandlungen. Die Belastungsnormativen wurden an den aktuellen sportwissenschaftlichen Stand angepasst und dementsprechend hoch angesetzt. Dies ist in einigen von KLEE (2003) zitierten älteren Studien noch nicht der der Fall (HOLT/SMITH 1983; LUCAS/KOSLOW 1984; WILFORD/SMITH 1985; TOFT ET AL 1990).



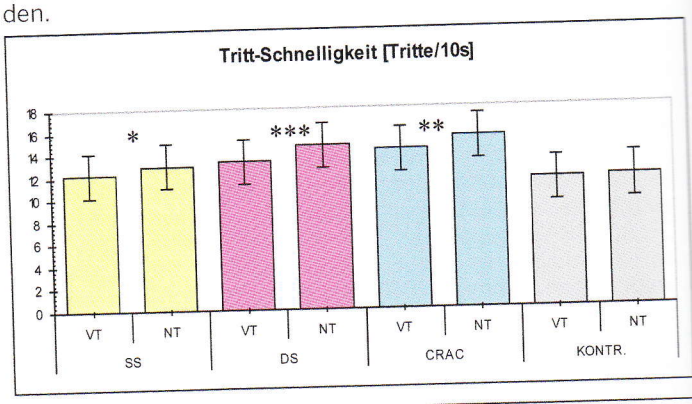
Bei der aktiv-dynamischen Beweglichkeit konnten ebenfalls durch alle drei Methoden Verbesserungen erzielt werden. Hier lag jedoch die CRAC-Methode mit hochsignifikanten gegenüber der DS- und SS-Methode mit signifikanten Werten vorne. Mögliche Ursachen könnten in einer verbesserten Reflexaktivität, einhergehend mit einer Kräftigung des Antatonisten und Agonisten durch das spezielle Belastungsmuster der CRAC-Methode liegen. Denn anders als beim SS- und DS-Dehnen, in dem die zu dehnende Muskulatur ausschließlich Dehnreize erfährt, muss der Muskel beim CRAC-Dehnen auf Kraft- und Dehnreize gleichzeitig reagieren. Durch diese Beanspruchung ist von einer Verbesserung der intra- und intermuskulären Koordination auszugehen, die besonders aktiv-dynamische Bewegungsmuster, wie etwa das Durchführen einen hohen Kicks, begünstigen.

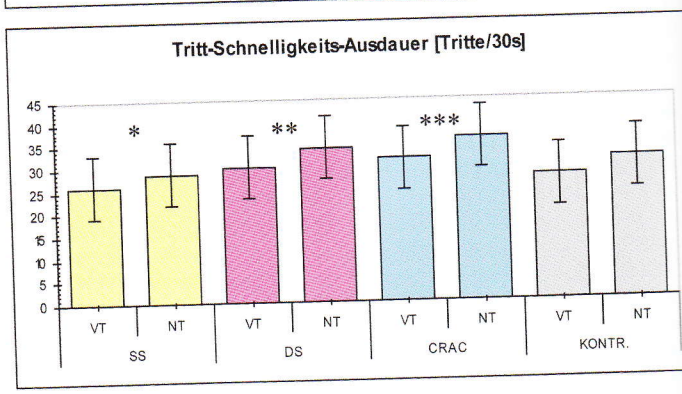
Zusammengefasst kann vermutet werden, dass Muskelgewebe aufgrund der viskoleastischen Eigenschaften nicht unterschiedlich auf Dehnmethoden reagiert, sondern sich vielmehr durch die Regelmäßigkeit und Intensität von Dehnungen über Wochen und Monate verändern lässt. In den Interventionsgruppen dieser Studie wurde auf submaximale- bis maximale Reizintensitäten bei 3–5 Trainingseinheiten pro Woche zurückgegriffen. Schon alleine aufgrund dieser Belastungsdichte scheinen Anpassungsreaktionen plausibel. Gerade aber bei aktiv-dynamischen Bewegungen scheint der Vorteil der CRAC-Methode auf der Hand zu liegen und die Methode der Wahl zu sein.

Tritt-Leistungen



Die Trittenergie zeigt durch die DS- und die CRAC-Methode signifikant positive Veränderungen. Durch die SS-Methode konnte kein Einfluss auf diesen Leistungsparameter genommen werden.



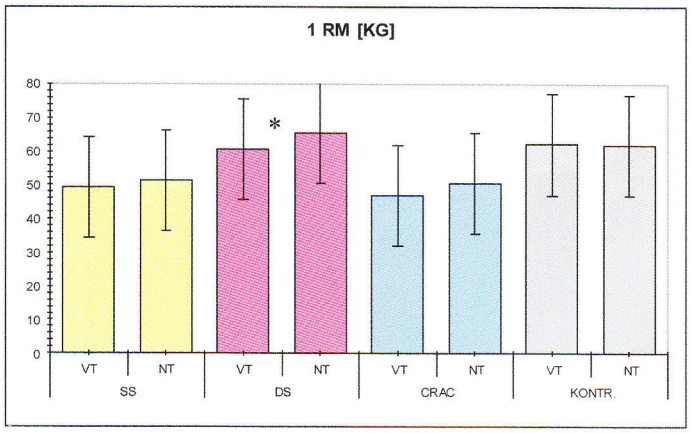


Die Schnelligkeitsleistungen wurden entgegen jeder Annahm von allen drei Interventionen signifikant positiv beeinflusst. Be sonders die DS- und CRAC-Methode scheinen gegenüber de SS-Methode vorteilhaft zu sein.

Zusammenfassen ist festzuhalten, dass bei der Untersuchur der Wirkungsweise auf Trittparameter vorwiegen positive Au wirkungen durch die drei Dehninterventionen zu verzeichne sind. Es ist anzunehmen, dass sich aufgrund der verbesserte

Beweglichkeit der Dehnungswiderstand reduziert und deshalb Trittbewegungen ökonomischer, schneller und kraftvoller ausgeführt werden können. Die dadurch einhergehende Verminderung der Reibungskräfte in der Muskulatur trägt ebenfalls zur Verbesserung dieser Parameter bei. Außerdem handelt es sich bei den Trittparametern um Kraftleistungen, die im Kontext zur Maximalkraft stehen und deshalb auf ähnliche Art und Weise betrachtet werden müssen.

Maximalkraft:



Entgegen der in der Fachliteratur häufig zitierten Meinung, dass Dehnungstraining die Maximalkraft mindere, konnten hier keine negativen Auswirkungen festgestellt werden. Durch die DS-Methode kam es sogar zu einer signifikanten Verbesserung. Leistungsminderungen der Maximalkraft scheinen demnach eher bei kurzzeitigen Dehnungen, die unmittelbar vor Kraftleistungen durchgeführt werden, aufzutreten (vgl. HENNING/PODZIELNY, 1994, NELSON ET AL., 2001; WIEMEYER, 2001). Dieses Ergebnis bestätigt Untersuchungen, wodurch Dehnungstraining, das parallel zum regulären Training durchgeführt wird, Kraftfähigkeiten positiv beeinflusst oder zumindest nicht mindert (vgl. KLINGE ET AL. 1997; KÜNNEMEYER / SCHMIDTBLEICHER 1997; KLEE/WIEMANN 2004a). Auch die Probanden in dieser Studie fügten das ihnen zugewiesene Dehnprogramm ihrem sportlichen Alltag hinzu. An dieser Stelle stellt sich die Frage nach den Ursachen. Zum einen kann Dehnungstraining in Kombination mit sportartspezifischem Krafttraining zu einer höheren Umbaurate und Proteinsynthese der Muskulatur führen, wodurch eine günstige Voraussetzung zur Längsanpassung der Muskulatur an dehnende Trainingsreize gegeben ist (vgl. FREIWALD 2009). Zum anderen konnte durch intensives Dehnungstraining eine Hypertrophie in der Muskulatur festgestellt werden (vgl. GOLDSPINK 1994; FREIWALD/GREIWING 2007).
Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die häufig unter Trainern und Sportlern verbreitete Ablehnung jeglicher Dehnmethoden aufgrund vermeintlich negativer Auswirkungen auf Kraft- und Schnellkraftleistungen unberechtigt ist, sofern neben einem isolierten Dehnungstraining das reguläre Training nicht vernachlässigt wird. Eine verbesserte Beweglichkeit führt demnach auch zur Verbesserung der Kraft- und Schnelligkeitsfähigkeiten, da muskuläres Gewebe auf Dehnreize auf gleiche Art und Weise reagiert, wie auf Kraftreize. Durch regelmäßiges Dehnungstraining kommt es langfristig zu einer Festigung der viskoelastischen Strukturen, bei angepassten Sarkomerlängen und höher tolerierten Gelenksradien.

Empfehlung für die Praxis:
Auf Grundlage dieser Ergebnisse lässt sich eine Tendenz ableiten, wonach die Anwendung der CRAC-Methode in Kombination mit dynamischen Dehnungen im Kampfsport zu bevorzugen ist. Denn einerseits konnte durch die CRAC-Methode die Beweglichkeit hochsignifikant verbessert werden und andererseits wirkte sich diese Methode auch besonders positiv hinsichtlich der Trittparameter aus. Durch das dynamische Dehnen (DS) konnten die Trittleistungen am effektivsten verbessert werden, weshalb eine Kombination der beiden Methoden sinnvoll erscheint.

Da sich jedoch in der CRAC-Gruppe Probleme mit der Durchführung der Dehnübungen ergaben, die letztendlich durch Gelenkschmerzen oder die hohe Intensität der Übungen resultierten, müssen die Ergebnisse differenziert betrachtet werden.

>> Leistungssportler:
Für Leistungssportler und Fortgeschrittene, die hauptsächlich auf ein aktiv-dynamisches Bewegungsmuster zurückgreifen müssen, ist die CRAC-Technik die Methoden der Wahl. Denn durch die isometrische Vor-Kontraktion und die Agonisten-Kontraktion kommt es zu einer Kräftigung der Muskulatur bei gleichzeitiger Optimierung der intra- und intermuskulären Koordination. Durch regelmäßige Anwendung dieser Dehnmethode kann von einer enormen Verbesserung der muskulären Steuerungsprozesse ausgegangen werden, die letztendlich in einer verbesserten Muskelwahrnehmung enden.
Jedoch ist für das Ausüben dieser Methode ein hohes Maß an Körpergefühl und Fachwissen notwendig. Durch unsachgemäße Anwendung kann es aufgrund der intensiven Belastung zu Muskelschmerzen, Muskelkater, Taubheit, Zerrungen oder Gelenksproblemen kommen. Deshalb sollte die CRAC-Methode anfangs nur mit einem geschulten Trainer durchgeführt werden.
Die Ergänzung der CRAC-Methode durch dynamische Dehnungen scheint aufgrund der Untersuchungsergebnisse sinnvoll zu sein. So könnte nach der Agonisten-Kontraktion (AC) dynamisch weitergedehnt werden.

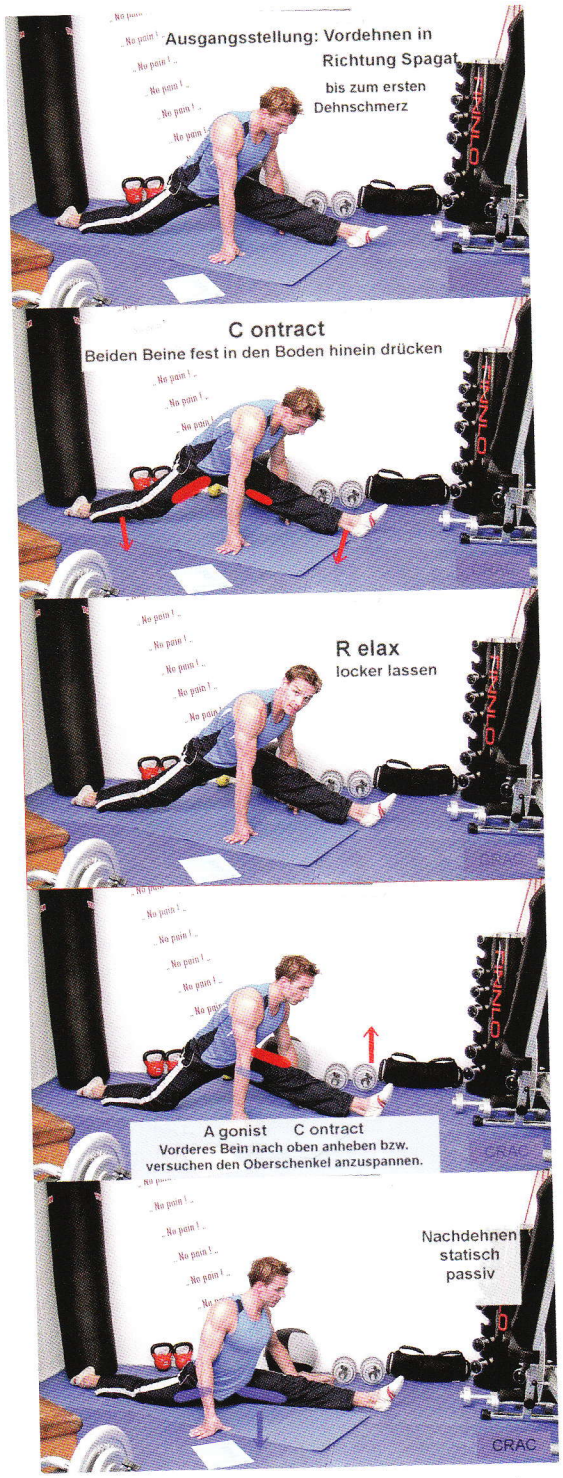
>> Freizeitsportler
Da davon ausgegangen werden kann, dass ambitionierte Freizeitsportler über ein ausreichendes Körpergefühl verfügen, können verschiedene PNF-Aufgaben das regelmäßige Dehnungstraining positiv beeinflussen. Häufig findet das Dehnungstraining in dieser Zielgruppe weniger isoliert, sondern im Rahmen des regulären Trainings statt. Für Übungsleiter ist es deshalb sinnvoll, eine intensive Dehnungseinheit an den Schluss des Trainings zu setzen. Die dabei empfohlene Dehnmethode sollte aus einem „Dehnpluralismus" bestehen (vgl. Wydra 2004). Auf ein statisches Einnehmen einer Dehnposition folgt ein weiches dynamisches Nachdehnen. Zwischendurch sollte die Muskulatur einige Male willkürlich angespannt werden, ehe es zu einem weiteren submaximalen nachdehnen kommt. Durch dieses langsame Herantasten ist die langfristige Bildung eines gesunden Körpergefühls gewährleistet. Trainer sollten jedoch darauf achten, dass nicht die im Vorfeld primär beanspruchte Muskulatur im Fokus der Dehnung steht. Lag der Schwerpunkt des Kampfsporttrainings im Boxen, sollte hauptsächlich die Beinmuskulatur maximal gedehnt werden. Die Armmuskulatur jedoch nur leicht und submaximal.

>> Anfänger:
Bei Anfängern geht es in den ersten Monaten hauptsächlich um die Verbesserung der allgemeinen, passiven Beweglichkeit. Spezifische Ziele werden hier kaum verfolgt. Auch das Körpergefühl ist meist noch nicht entsprechend ausgebildet, um dynamische und PNF-Reize richtig dosieren und einschätzen zu können. Aus diesem Grund werden in dieser Zielgruppe mit statischem Dauerdehnen die besten Fortschritte erreicht.

Fazit
In einer Vielzahl sportwissenschaftlicher Forschungen wurde in den letzten Jahren die Wirkung des Dehnungstrainings auf das Muskelgewebe untersucht. Gerade durch Langzeitdehnungen über mehrere Woche oder Monate konnte der Nachweis erbracht werden, dass Muskelgewebe sich in typischer Art und Weise an Dehnreize anpasst (MC BRIDE ET AL. 2003; GOLDSPINK 1996, KLEE 2003, FREIWALD, 2009). Da es sich in dieser Studie nicht um eine klinische Untersuchung handelt, können an dieser Stelle keine eindeutigen Aussagen über die zellulären Hintergründe der gewonnenen Erkenntnisse gemacht werden. Hinter den signifikanten Veränderungen lassen sich jedoch Anpassungs- und Ökonomisierungsprozesse vermuten, die je nach Reizdauer, Regelmäßigkeit und Intensität positiv beeinflusst werden können.

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass Beweglichkeitstraining nicht als „lästige Pflicht" vor, während oder nach dem Training abgearbeitet, sondern als isolierte Trainingseinheit durchgeführt werden sollte. Darüber hinaus müssen Wirkungsweisen und Einsatz verschiedener Dehnmethoden differenzierte Betrachtung finden. So gelten für die langfristige Entwicklung der Beweglichkeit nicht die selben Empfehlungen wie für Kurzzeitdehnungen vor dem Sport oder als „An-Dehnen" zwischendurch. Hinsichtlich der Entwicklung einer sportartspezifischen Beweglichkeit über Monate und Jahre ist es demnach unabdingbar, sich ein Beweglichkeitskonzept zu entwerfen und das Dehnungstraining als eigenständiges Training in den wöchentlichen Trainingsplan einzubauen. Denn nur durch das intensive Dehnen und Auseinandersetzen mit dem eigenen Körper, ohne nachfolgende Kraft- oder Schnelligkeitsdrills, kann sich die Muskulatur ohne Störungen anpassen. Es sollten dabei mehrere Sätzen und verschiedene Übungen für eine Muskelgruppe durchgeführt werden. Eine Ausnahme scheint die Kombination von Kraft- und Dehnungstraining zu sein, die für Kampfsportler besonders empfehlenswert ist. Dabei sollte ein Wechselspiel zwischen Kräftigung des Agonisten und Dehnung des Antagonisten stattfinden. So wäre die Kräftigung der Abduktoren durch das seitwärts Heben eines Beines am Kabelzug oder einem Theraband bei anschließender Dehnung der Adduktoren durch eine Grätsche eine sinnvolle Kombination. Der Vorteil dieser Übungssynthese liegt in der Ausbildung des sportartspezifischen Belastungsmusters, der Verbesserung der Reflexsteuerung und einer Ökonomisierung der Bewegung.

CRAC-Dehnung im Ausfallschritt längs auf dem Boden



Bildreihe. Kräftigung und Dehnung am Kabelzug.
1 Einklinken in Fußmanschette
2 8–10 x Beinheben
3 Grätschstellung – Beine in den Boden drücken
4 Nachdehnen

Literatur

Schneider, S., et.al.: Dehnst Du noch oder grübelst Du schon? – Aktuelle Daten zu Akzeptanz und Verbreitung von Stretching im Leistungssport. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, 62, Nr. 3, 2011

Hennig, E. & Podzielny, S.: Die Auswirkungen von Dehn- und Aufwärmübungen auf die Vertikalsprungleistung. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, 45, Nr. 6, 1994

Goldspink, G.: Zelluläre und molekulare Aspekte der Trainingsadapatation des Skelettmuskels. In P. V. Komi, Kraft und Schnellkraft im Sport (1994, S. 215–231). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag

Glück, S.: Beeinflussung der Beweglichkeit durch unterschiedliche physische und psychische Einwirkungen, Hrsg., Saarbrücken 2005

Wiemeyer, J.: Dehnen und Leistung – primär psychophysiologische Entspannungseffekte? Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 54, Nr. 10, 2003

Marschall, F.: Wie beeinflussen unterschiedliche Dehnintensitäten kurzfristig die Veränderung der Bewegungsreichweite? Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin., 50 (1), 1999, S. 5–9

Strauß, T., Wydra, G.: Untersuchung zum Einfluss von statischem Dehnen auf die Wurfgeschwindigkeit im Handball. – Leistungssport, 6, 2010

Wiemann, K., Leisner, S.: Haben Turner "längere" ischiokrurale Muskeln? – TW Sport + Medzin 8/2, 1996

McBride, J.M., Triplett-McBride, T., Davie, A.J., Abernethy, P.J. & Newton, R.U. (2003). Characteristics of titin in strength and power athletes. Eur J Appl Physiol 88: 553–557.

Behm, D.: Flexibility is not related to stretch-induced deficits in force or power – Journal of Sports Science and Medicine 05, S. 33–32, Published March 2006

Klee, A.: Methoden und Wirkungen des Dehntrainings – Die Ruhespannung-Dehnungskurve – ihre Erhebung beim M. rectus femoris und ihre Veränderung im Rahmen kurzfristiger Treatments. Hofmann, Schorndorf 2003

Nelson, A. G.; Allen, J. D.; Cornwell, A.; Kokkonen, J.: Inhibition of maximal voluntary isometric torque production by acute stretching is joint-angle specific. Research Quarterly for Exercise and Sport 72 (1), 2001, S. 68–70.

Wiemeyer, J.: Der zielgerichtete Einsatz von Auf- und Abwärmen im Sport. In: Singer, R. (Hrsg.): Neue Erkenntnisse zum Konditionstraining. Darmstadt, 2001, S. 157–171.

Freiwald, J.: Optimales Dehnen. Spitta Verlag, Balingen 2009